

Конструкция ДВС

чем переход из такта впуска в такт сжатия. Подача газа происходит во впускной коллектор в область впускного клапана, и в зависимости от режима работы двигателя будет частично или полностью перекрываться с фазой открытия впускного клапана. Так при работе двигателя на частоте вращения коленчатого вала 2100 мин⁻¹ максимальная продолжительность подачи газа, с учетом задержки на открытие клапана ЭДГ, составит 22 мс.

Выводы

Выполнена проверка эффективности системы распределенной подачи газа с форсированием тока по принципу «Peak & Hold», в которой использована двух-ключевая схема форсирования тока и алгоритм коммутации ключей. Такое конструктивное исполнение системы позволило стабилизировать время задержки открытия клапана и учесть его при формировании сигналов управления. Такой способ управления дал возможность структурно разделить систему на два программно независимых блока и локализовать алгоритмы их работы. Временную привязку системы подачи газа к двигателю было реализовано за счет узла синхронизации системы зажигания путем сдвига фазы сигналов датчиков.

Список литературы:

1. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты / А.Г. Сливинская // пос. для студ. вузов. – М.: «Энергия», 1972. – 248 с. 2. HEINZMANN: Цифровые регуляторы частоты вращения. Клапаны подачи газа: [Электронный ресурс] / Режим доступа к источнику: www.heinzmann.com/en/engine-and-turbine-management/download-etm/doc_download/389-manual-megasol-russian 3. Методы впрыска топлива: [Электронный ресурс] / Режим доступа к источнику: [http://www.avtodoktor.msk.ru/files/fuel_injection_](http://www.avtodoktor.msk.ru/files/fuel_injection_methods.pdf)

[methods.pdf](http://www.avtodoktor.msk.ru/files/fuel_injection_methods.pdf) 4. Будыко Ю.И. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей / Ю.И. Будыко, Ю.В. Духнин, В.Э. Коганер, К.М. Маскенсков // 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – 144 с. 5. Манойло В.М. Стенд для дослідження витратних та динамічних характеристик електромагнітних дозаторів систем живлення газових ДВЗ / В.М. Манойло, О.А. Дзюбенко, М.С. Липинський // Вісник СевНТУ: збірник наукових праць / Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь: СевНТУ, 2011. – Вип. 122/2011. – С. 77-81. 6. Двигатели ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 / [Чернышев Г.Д., Еришов М.В., Крашенинников Д.Н. и др.]; под ред. Г.Д. Чернышева. – М.: Машиностроение, 1968 – 230 с. 7. Конструктивные особенности электронного датчика частоты вращения и положения привода вала газового двигателя 6Ч 13/14 / В.М. Манойло, А.И. Воронков, Ю.Н. Борошенко [и др.] // Вестник ХНАДУ: сборник научных трудов. – Х.: ХНАДУ, 2007. – Вып. 38. – С. 327-335.

Bibliography (transliterated):

1. Slivinskaya A.G. Elektromagnitny i postoyannyye magnity / A.G. Slivinskaya // pos. dlya stud. vuzov. – M.: «Energiya», 1972. – 248 s. 2. HEINZMANN: Tsifrovyye regulatoryi chastoty vrascheniya. Klapanyy podachi gaza: [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa k istochniku: www.heinzmann.com/en/engine-and-turbine-management/download-etm/doc_download/389-manual-megasol-russian 3. Metodyi vpryska topliva: [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa k istochniku: [http://www.avtodoktor.msk.ru/files/fuel_injection_](http://www.avtodoktor.msk.ru/files/fuel_injection_methods.pdf)

УДК 621.436-57

А.В. Грицюк, д-р техн. наук

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПЛАНИРУЕМОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПУСКА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Введение

Основным принципом повышения технического уровня двигателя внутреннего сгорания в отечественном двигателестроении, вплоть до недавнего времени, являлась стендовая доводка параметров рабочего процесса, преимущественно на двух режимах внешней скоростной характеристики – режиме номинальной мощности и режиме мак-

симального крутящего момента. Наличие в секторе автомобильных ДВС дизельных двигателей делает целесообразным расширение области исследования и обеспечения рациональных параметров их работы при пусковых частотах вращения коленчатого вала (КВ). Если ранее технические требования к пусковым качествам дизелей прописывались в общих требованиях к ДВС и строго контролирова-

лись в основном при испытаниях военной техники, то на современном этапе развития двигателестроения повышенный интерес вызывают пусковые качества высокооборотных автомобильных ДВС усиливается с ужесточением требований к показателям автомобильных двигателей, поскольку введенные ещё в 2006 году правилами 83-05 ЕЭК ООН нормы EURO IV ужесточили не только требование к выбросам вредных веществ с отработавшими газами, а и нормированные режимы работы дизеля, отменив предварительный прогрев двигателя на холостом ходу и введя «холодные» испытания автомобилей [1].

В статье приведены результаты практического исследования по выбору рациональных параметров пусковых систем малолитражного дизеля многоцелевого назначения, на базе которого создаются отечественные малолитражные автомобильные дизели.

Анализ публикаций

Несмотря на бесспорную значимость процесса пуска для эксплуатации дизелей, долгое время ни одним из регламентирующих документов не были определены требования к проектированию дизелей, однозначно задающие все исходные данные для расчетного исследования систем пуска. Среди последних работ необходимо обратить внимание на источники [2,3], где опубликован опыт КП ХКБД по исследованию пусковых свойств дизельных двигателей различного назначения. При этом требования, предельные условия обеспечения пуска и принятые в этих работах допущения практически совпадают с опубликованным позже Национальным стандартом Российской Федерации [4], который впервые разработан ФГУП "НАМИ" (г. Москва). На сегодняшний день этим стандартом определены основные параметры, которыми оценивают пусковые качества автомобильного двигателя, и дана возможность при разработке пусковых систем ДВС согласованного определения таких составляющих расчёта, как:

- крутящий момент, развиваемый стартером на коленчатом валу (КВ) двигателя;
- момент сопротивления прокручиванию КВ двигателя;
- минимально допустимая частота прокручивания КВ стартером.

Тем не менее, переходные процессы пуска дизельных двигателей до сих пор остаются малоизу-

ченными. В связи с необходимостью дальнейшего совершенствования пусковых качеств дизельных двигателей сформулирована цель и поставлены задачи данной работы.

Цель и постановка задачи

Целью представляемой работы является выбор и апробация методики экспериментально-расчётного исследования переходных процессов малолитражного дизеля для математического описания процесса пуска. На момент постановки такой задачи наибольшее распространение в технике, и в частности в исследованиях ДВС, получил метод планируемого эксперимента (МПЭ) [5]. В данной работе впервые сделана попытка применения этого метода для исследования малоизученных переходных процессов пуска высокооборотного малолитражного дизеля (ВМД). В основу выхода на положительный результат поставлен индивидуальный подход к выбору варьируемых факторов, обобщённых оценочных критериев и рациональной матрицы планирования эксперимента.

Результаты исследования

Для исследуемого дизеля при проведении эксперимента по выбору рациональных параметров пусковых систем были выбраны следующие варьируемые факторы: угол опережения впрыскивания топлива; температура предварительного разогрева свечи накаливания в точке её измерения (рис. 1) и минимально допустимая частота прокручивания КВ дизеля стартером. В качестве обобщённых оценочных критериев предложены комплексные показатели качества пуска дизеля, а именно последовательно набираемые частоты вращения, до которых способен разогнаться КВ дизеля за конкретные отрезки времени протекания попытки пуска. Последние, в свою очередь, определены по методике стандарта [4].

Требуемый для получения уравнений регрессии вид аппроксимирующего полинома был выбран по аналогии с результатами [5], где проанализированы три вида искомого полинома, а именно: линейный, квадратичный и кубический. В итоге базовым для экспериментально-расчётных зависимостей ВМД был выбран полином второго порядка.

Расчётное исследование полученных зависимостей проводилось с помощью универсального программного обеспечения MATLAB 7.* с после-

дующим графическим отображением результатов в двух и трёхмерном пространствах.

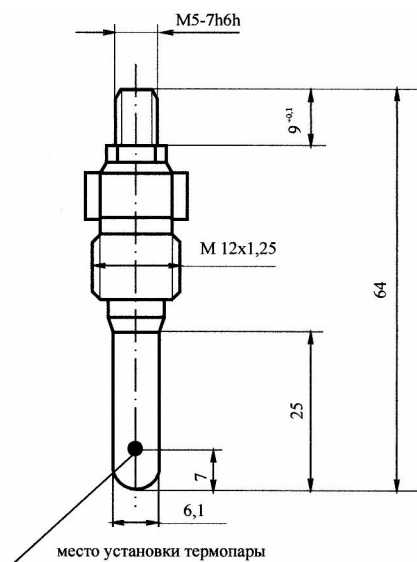


Рис. 1. Место установки термодпары на корпусе активной части свечи накаливания

Апробация метода исследования проведена на развёрнутом двухцилиндровом малолитражном дизеле 2ДТАВ в составе трактора ХТЗ-1611. Проведению экспериментального исследования предшествовали определение диапазона изменения всех трёх переменных, выбор области исследования и обеспечение возможности установки при проведении эксперимента заданного значения конкретной переменной (фактора) независимо от значений других факторов.

Так, установочные значения температур нагрева свечей накаливания ($T_{сн}$) выбраны по их тепловым характеристикам (рис. 2), снятым на лабораторной стендовой установке.

Из этих тепловых характеристик следует, что температура нагрева свечи накаливания имеет линейную связь с напряжением питания её нагревательного элемента, а время достижения теплового равновесия практически одинаковое для всех напряжений источника питания и составляет ≈ 60 с. Располагаемый для проведения исследования диапазон изменения температур нагрева $T_{сн} = 1098 - 1298$ К. Увеличение $T_{сн}$ выше 1298 К ограничено работоспособностью нагревательного элемента, а уменьшение $T_{сн}$ ниже 1098 К - возможностью калоризаторного воспламенения впрыскиваемого в цилиндр топлива.

Возможность установки заданного значения температуры обеспечивалась подключением свечей

накаливания к выпрямителю переменного тока с регулируемым напряжением.

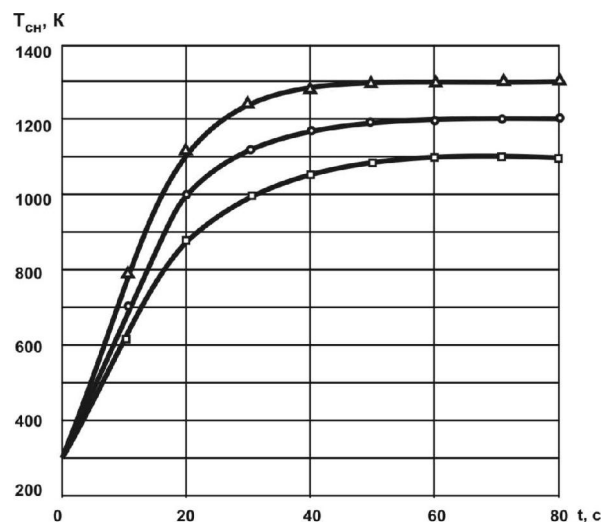


Рис. 2. Тепловые характеристики свечи накаливания CH11-0,1 01 при различных напряжениях питания ($U_{сн}$) её нагревательного элемента:
 \square - $U_{сн} = 8$ В;
 \circ - $U_{сн} = 9,5$ В;
 \triangle - $U_{сн} = 12$ В

Минимальная для исследования частота прокручивания КВ стартером ($n = 150$ мин $^{-1}$) выбрана на основании рекомендаций источника [6]. Максимальное значение установочной частоты прокручивания КВ в экспериментах определено максимальной мощностью стартерного электродвигателя. В итоге, обеспеченный для проведения эксперимента диапазон изменения частоты прокручивания КВ стартером $n = 150 - 270$ мин $^{-1}$.

Установочные значения частоты прокручивания КВ обеспечивались вольт-амперными характеристиками (ВАХ) составных частей одной аккумуляторной батареи (АБ) 12СТ-85Р, а именно использованием для питания стартерного электродвигателя 4-х, 6-ти и 8-ми последовательно соединённых аккумуляторов. При этом электропитание обмоток тягового реле стартера во всех экспериментах обеспечивалось от индивидуальной АБ 6СТ-55А3.

Установление диапазона изменения угла опережения впрыскивания топлива (УОВТ) проведено по результатам отдельного экспериментально-расчётного исследования ($\Theta_{впр} = 9 - 21$ град. до ВМТ). Для предотвращения изменения УОВТ по частоте вращения КВ в процессе каждого из экспериментов в ТНВД исследуемого дизеля была исключена возможность осе-

вого перемещения золотников управления топливopодачей путём стопорения подвижного поршня угломена.

Эксперименты проведены на тракторе ХТЗ-1611 при тепловых состояниях дизеля, определённых температурами окружающего воздуха от 0 до 5°C. Для получения требуемой для таких исследований предельной для пуска вязкости моторного масла система смазки дизеля была заправлена летним моторным маслом Галол М-4042ТД повышенной вязкости [2].

Для проведения исследования выбран ортогональный план второго порядка для трёх переменных, варьируемых на трёх уровнях (табл. 1). В качестве обобщённых оценочных критериев протекания процесса пуска выбраны частоты вращения, до которых способен разогнаться КВ дизеля 2ДТАВ к 7-ой (n_7) и к 15-ой (n_{15}) секундам протекания попытки пуска.

Для оценки влияния изучаемых факторов на процесс пуска ВМД в результате проведённого исследования получена следующая экспериментально-расчётная зависимость:

$$n_7 = 20690 - 7,17 \cdot n - 36,824 \cdot T_{сн} + 217,62 \cdot \Theta_{впр} - 8,17 \cdot 10^{-3} \cdot n^2 + 15,25 \cdot 10^{-3} \cdot T_{сн}^2 - 2,79 \cdot \Theta_{впр}^2 + 12,7 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot T_{сн} - 156 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot \Theta_{впр} - 90,8 \cdot 10^{-3} \cdot T_{сн} \cdot \Theta_{впр} \quad (1)$$

Получение подобной зависимости для выходного параметра n_{15} потеряло смысл в связи наличием сочетания варьируемых переменных (эксперимент №2), при котором минимальная частота вращения холостого хода ($n_{кв} = 800 \text{ мин}^{-1}$) уже достигнута до 7-ой секунды протекания попытки пуска.

Таблица 1. План-матрица и результаты трёхфакторного экспериментального исследования по пуску дизеля 2ДТАВ

№ эксперимента	Нормированные факторы			Действительные переменные			Экспериментальные значения исследуемых параметров	
	x_1	x_2	x_3	$n, \text{мин}^{-1}$	$T_{сн}, \text{К}$	$\Theta_{впр}, \text{град до ВМТ}$	$n_7, \text{мин}^{-1}$	$n_{15}, \text{мин}^{-1}$
1	1	1	1	270	1298	21	355	342
2	1	1	-1	270	1298	9	800	800
3	1	-1	1	270	1098	21	271	343
4	1	-1	-1	270	1098	9	277	416
5	-1	1	1	150	1298	21	176	253
6	-1	1	-1	150	1298	9	148	150
7	-1	-1	1	150	1098	21	236	384
8	-1	-1	-1	150	1098	9	148	152
9	0	0	0	210	1198	15	310	680
10	1	0	0	270	1198	15	408	550
11	-1	0	0	150	1198	15	148	152
12	0	1	0	210	1298	15	624	800
13	0	-1	0	210	1098	15	308	510
14	0	0	1	210	1198	21	208	210
15	0	0	-1	210	1198	9	210	215

Исследование полученной зависимости (1) с последующим графическим отображением результатов в трёхмерном пространстве (рис. 3 - 6) показало, что экстремума этой функции внутри исследуемой области нет. Это значит, что как увеличение исходной частоты прокручивания КВ стартером, так и рост температуры предварительного разогрева свечи накаливания закономерно приводят к улучшению пусковых качеств ВМД.

Вместе с тем, наиболее важным результатом исследования явилось получение поверхностей

второго порядка типа "седло" в трёхмерном пространстве при различных фиксированных значениях n , наглядно демонстрирующих наличие рациональных для диапазона предшествующих пуску частот вращения КВ значений величин угла опережения впрыскивания топлива. Линии сечения таких поверхностей для различных частот вращения КВ дизеля плоскостью, соответствующей минимальной температуре разогрева свечи накаливания ($T_{сн} = 1073 \text{ К}$), дали представленное на рис. 7 семейство кривых, локальные экстремумы которых и

задают характеристику управления установочным углом опережения впрыскивания топлива в диапа-

зоне, предшествующих пуску, частот вращения.

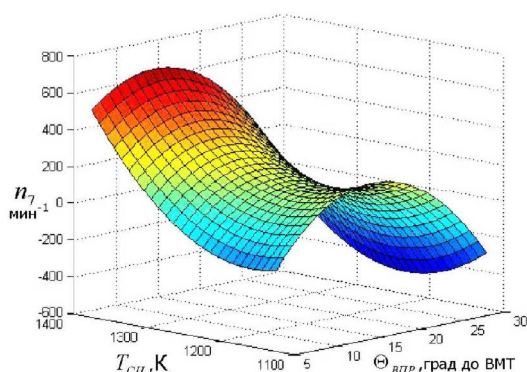


Рис. 3. Характер воздействия $T_{сн}$ и $\Theta_{впр}$ на разгон КВ в процессе попытки пуска ВМД при исходной $n = 150 \text{ мин}^{-1}$

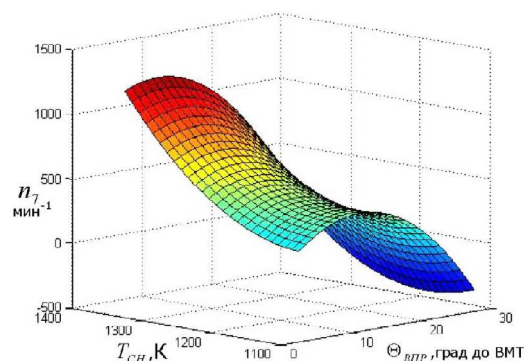


Рис. 4. Характер воздействия $T_{сн}$ и $\Theta_{впр}$ на разгон КВ в процессе попытки пуска ВМД при исходной $n = 250 \text{ мин}^{-1}$

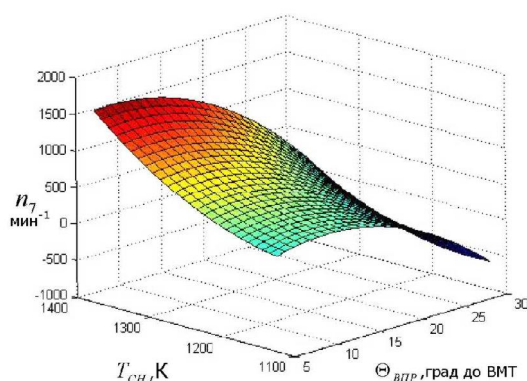


Рис. 5. Характер воздействия $T_{сн}$ и $\Theta_{впр}$ на разгон КВ в процессе попытки пуска ВМД при исходной $n = 350 \text{ мин}^{-1}$

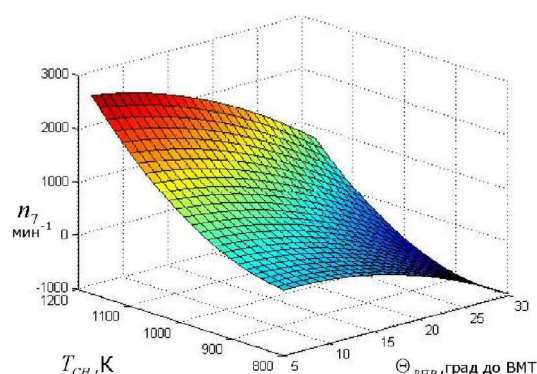


Рис. 6. Характер воздействия $T_{сн}$ и $\Theta_{впр}$ на разгон КВ в процессе попытки пуска ВМД при исходной $n = 450 \text{ мин}^{-1}$

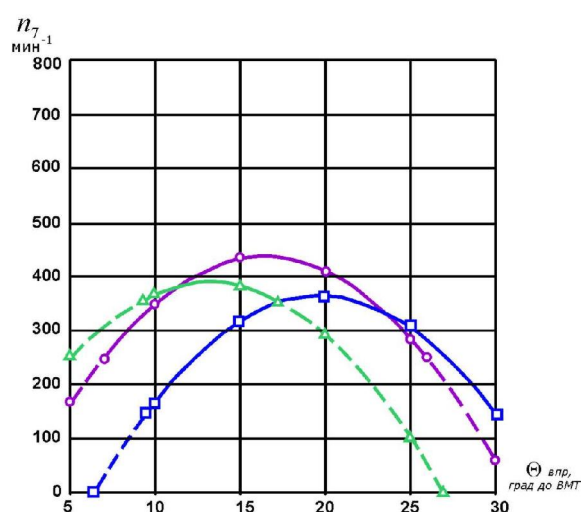


Рис. 7. Влияние УОВТ на разгон КВ при попытке пуска ВМД с $T_{сн} = 1073 \text{ K}$ при различных исходных n :

- - $n = 150 \text{ мин}^{-1}$;
- - $n = 250 \text{ мин}^{-1}$;
- △ - $n = 350 \text{ мин}^{-1}$

Объединив полученные результаты пусковых исследований с результатами исследований стационарных режимов работы [3] и преобразовав их к линейным трендам, впервые получили требуемую для управления регулятором ТПА зависимость УОВТ от частоты вращения КВ ВМД для всего эксплуатационного диапазона этих частот от 0 до 4200 мин^{-1} (рис. 8).

Не менее важным результатом математически спланированного эксперимента явился выбор рациональной температуры разогрева свечи накаливания. Последняя определена по изотерме на поверхности второго порядка (см. рис. 3), пересекающей линию значений n_7 , соответствующих рациональному $\Theta_{впр}$, в точке перехода с ниспадающей

ветви на возрастающую при исходной частоте прокручивания КВ стартером $n = 150 \text{ мин}^{-1}$. Эти изо-термы представляют довольно узкий диапазон рациональных температур $T_{\text{сн рац.}} = 1300 - 1350 \text{ К}$,

вполне достижимых разработчиками и изготовителями свечей накаливания при правильной организации входного контроля последних (рис. 9).

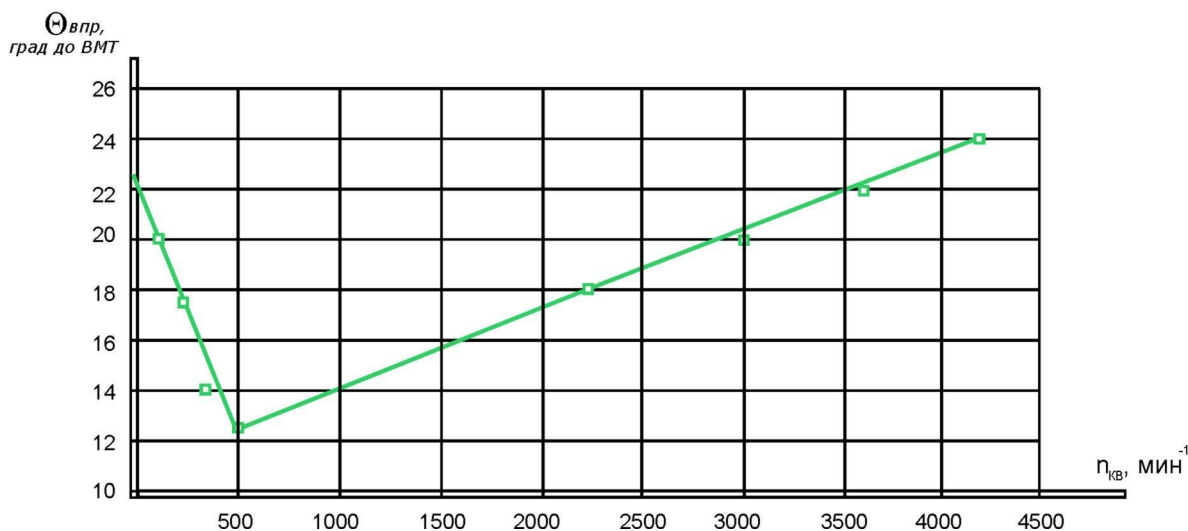


Рис. 8. Требуемая для безнаддувных модификаций ВМД зависимость $\Theta_{\text{впр}}$ от частоты вращения КВ

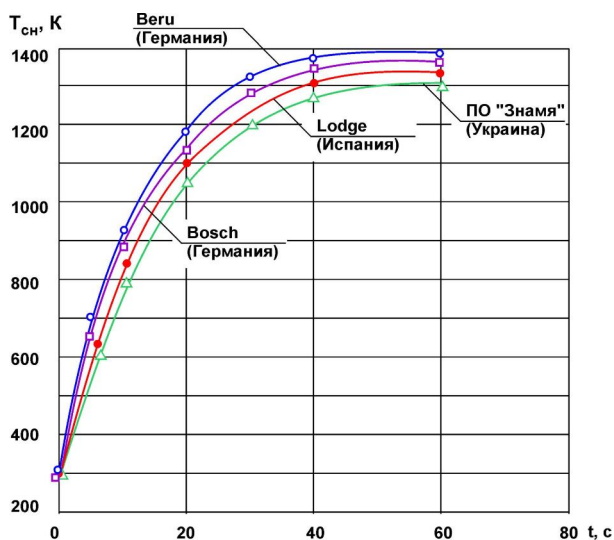


Рис. 9. Результаты входного контроля однотипных свечей накаливания разных изготовителей

Этот факт позволил определиться и с рациональным значением третьего управляемого фактора, остановившись на требуемой для ВМД минимальной частоте прокручивания КВ ($n_{\text{min}} = 150 \text{ мин}^{-1}$), закладываемой при проектировании систем электростартерного пуска.

Заключение

В обеспечение применения метода планируемого эксперимента для проведения исследования переходных процессов при пуске ВМД определены варьируемые факторы, обобщенные оценочные

критерии и рациональные матрицы планирования эксперимента, а также выбран требуемый для получения уравнений регрессии вид аппроксимирующего полинома.

В свою очередь, применение метода планирования эксперимента позволило установить рациональные для ускоренного пуска ВМД зависимость угла ...УОВТ от частоты вращения коленчатого вала, температуру предварительного разогрева свечи накаливания в цилиндре дизеля и минимально допустимую для ВМД частоту прокручивания коленчатого вала стартером. Применение данного метода может быть рекомендовано в качестве методики исследования переходных процессов пуска дизеля.

Список литературы:

1. Leonhard R. Bosch Diesel Systems - Efficient Solutions for Future Commercial Powertrains / Rolf Leonhard // Pr. 6th AVL international commercial powertrain conference. Graz Austria: Helmut-List-Halle, May 25th - 26th, 2011. - P. 81 - 86.
2. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов; за ред. А.П. Марченка, А.Ф. Шеховцова. - Харків: Прапор, 2004. - 384 с.
3. Грицюк О.В. Теоретичні основи та практичні методи створення високообертового малолітражного дизеля багатопільового призначення: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.05.03 / НТУ "ХПІ". - Харків, 2010. - 39 с.
4. ГОСТ Р 54120-2010. Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования. Ввод. 21.12.2010. Национальный стандарт Российской Феде-

рации. М.: Стандартиформ, 2010. - 11 с. 5. Гусаков С.В. Опыт применения метода планируемого эксперимента в исследованиях ДВС / С.В. Гусаков, А.С. Макаровский // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: Материалы X междунар. науч.-практич. конф. - Владимир: ВлГУ, 2005. - С.38 - 39. 6. Квайт С.М. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей / С.М. Квайт, Я.А. Менделеевич, Ю.П. Чижнов. - М.: Машиностроение, 1990. - 256 с.

Bibliography (transliterated):

1. Leonhard R. Bosch Diesel Systems - Efficient Solutions for Future Commercial Powertrains / Rolf Leonhard // Pr. 6th AVL international commercial powertrain conference. Graz Austria: Helmut-List-Halle, May 25th - 26th, 2011. - P. 81 - 86. 2. Marchenko A.P.

Dviguni vnutrishn'ogo zgoryaniya: Seriya pidruchnikiv u 6 tomach. T.1. Rozrobka onstruktsii forsovanich dviguniv nazemnich transportnich mashin / A.P. Marchenko, M.K. Ryazantsev, A.F. Shehovtsov; za red. A.P. Marchenka, A.F. Shehovtsova. - Charkiv:Prapor, 2004. - 384 s. 3. Griitsyuk O.V. Teoretichni osnovi ta praktichni metodi stvorenniya visokoobertovogo malolit-raznogo dizelya bagatotsil'ovogo pryznachennya: avtoref. dis. dokt. techn. nauk: 05.05.03 / NTU "CHPI". - Charkiv, 2010. - 39 s. 4. gost R54120-2010. Dvigateli avtomobil'nye. Puskovye kachestva. Technicheskie trebovaniya. Vvod. 21.12.2010. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. M.: Standartinform, 2010. - 11 s. 5. Gusakov S.V. Opyt primeneniya metoda planiruemogo eksperimenta v issledovaniyach dvs / S.V. Gusakov, A.S. Makarovskii // Fundamental'nye i prikladnye problemy sovershenstvovaniya porshnevych dvigatelei: Materialy ch mezhdunar. nauch.-praktich. konf. - Vladimir: VIGU, 2005. - s.38 ? 39. 6. Kvait S.M. Puskovye kachestva i sistemy puskav avtotraktornykh dvigatelei / S.M. Kvait, Ya.A. Mendeleevich, Yu.P. Chizhnov. - M.: Mashinostroenie, 1990. - 256 s.

УДК 621.433

В. А. Жуков, канд. техн. наук, А. Е. Ратнов, канд. техн. наук

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЯ 8ЧН14/14 ДЛЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Постановка проблемы

Анализ парка главных и вспомогательных судовых двигателей свидетельствует, что по экономическим и ресурсным показателям наиболее распространенные на флоте модели существенно уступают двигателям ведущих производителей. Проводимая в РФ модернизация водного транспорта предусматривает замену морально устаревших двигателей на более совершенные, отвечающие современным требованиям по надежности, экономичности и экологической безопасности.

Одним из вариантов модернизации судовых энергетических установок является использование в качестве судовых дизелей семейства 8 ЧН14/14, которые производятся ОАО «Тутаевский моторный завод».

Первоначально двигатель проектировался как автотракторный, и в настоящее время основными потребителями продукции ОАО «ТМЗ» являются автомобиле- и тракторостроительные предприятия России и ближнего зарубежья.

В условиях повышения конкуренции на рынке моторов перед ОАО «Тутаевский моторный завод» встала задача расширения рынка сбыта своей продукции за счет поиска новых областей применения.

Цель исследований – изучение возможности применения дизельных двигателей 8ЧН14/14 в качестве главных и вспомогательных двигателей в составе энергетических установок судов внутреннего и сме-

женного плавания, а также анализ необходимых модернизаций при конвертации двигателя в судовую.

Изложение основного материала

Исследование проводилось совместно кафедрами Т и К СДВС (СПбГУВК) и ТМ и ДВС (РГАТА) на базе судов, эксплуатирующихся в Северо-Западном регионе Российской Федерации и подпадающих под действие правил Речного Регистра.

В результате проведенного анализа было установлено, что двигатель ЯМЗ-8481 имеет параметры (номинальная мощность и частота вращения) близкие к аналогичным параметрам дизельных двигателей, используемых в настоящее время в составе судовых энергетических установок в качестве главных двигателей на 74 судах, эксплуатирующихся под надзором Северо-Западной Инспекции Российского Речного Регистра.

Наиболее близкие показатели по мощности и частоте вращения коленчатого вала с двигателями серии 8481 имеют двигатели марок 6Ч(Н)15/18; 12Ч(Н)15/18; 6ЧСП(Н)18/22; 8ЧСП(Н)18/22 и ряд других двигателей. Общее количество дизелей, которые могут быть заменены дизелями производства ОАО «Тутаевский моторный завод» составляет около 80 % парка отечественных двигателей. На эти двигатели приходится около 50 % их суммарной мощности.

Особенно остро для судовладельцев стоит проблема замены дизелей типа Ч(Н)15/18, составляю-